



Publicatie 110
Februari 1996



Aver Heino



Bosma Zathe



Cranendonck



Zegveld



De Marke



Waiboerhoeve



PR-Centraal

Reductie ammoniakemissie door stalen roostervloeren



Uitgever:
Praktijkonderzoek Rundvee,
Schapen en Paarden (PR)
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.
Telefoonnr. 0320-29 32 11,
Fax. 0320-24 15 84.
E-mail info@pr.agro.nl

Redactie en fotografie:
Sectie Voorlichtingszaken van het PR

Drukker:
Drukkerij Cabri bv
Lelystad

ISSN 1385-0121
Eerste druk 1996 / oplage 3500

Overname is toegestaan, mits van
uitdrukkelijke bronvermelding voorzien

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar
door f 12,50 over te maken op
Postbanknr. 2307421 van het
Praktijkonderzoek PR, Runderweg 6, 8219 PK
Lelystad met vermelding:
Publicatie nr. 110





Publicatie 110
Februari 1996

Reductie ammoniakemissie door stalen roostervloeren

P.P.H. Kant

1 Inhoud

1 Inleiding	2
2 Roostervloeren	3
2.1 Afmetingen	3
2.2 Ammoniakemissie	3
3 Materiaal en methode	5
3.1 Beschrijving stal	5
3.2 Ontwikkeling stalen roosters en kelderbakken	5
3.3 Ammoniakemissiemetingen	7
3.4 Begaanbaarheid	8
4 Resultaten	10
4.1 Ammoniakemissie	10
4.2 Begaanbaarheid	11
4.3 Kosten	12
Discussie	13
Conclusie	14
Samenvatting	15
Literatuur	16
Bijlagen	17
Summery	19
Tables and pictures	20

Voorwoord

Op basis van de huidige kennis wordt ingeschat dat ongeveer een derde van de ammoniak-emissie van melkveebedrijven uit de stal en mestopslag komt. Door de Nederlandse melkveehouder wordt de ligboxenstal met roostervloer en mestkelder het meest toegepast als huisvestingssysteem. Ongeveer 70 % van alle melkkoeien wordt in dit type stal gehuisvest. Dit stalsysteem voldoet zeer goed aan alle wensen ten aanzien van arbeidsbehoefte, welzijn vee, managementmogelijkheden en kosten.

Om dit stalsysteem te behouden worden zowel technische aanpassingen in de stal als algemene maatregelen, die het emissieniveau van de verschillende emissiebronnen op het bedrijf kunnen verlagen, onderzocht. Tot deze laatste categorie wordt met name veevoedingsmaatregelen gerekend. Hoe groot deze bijdrage kan zijn is nog niet duidelijk.

Er zijn reeds verschillende maatregelen onderzocht om de ammoniak-emissie vanuit ligboxenstallen te verminderen. Alleen het vervangen van de roostervloeren door dichte hellende vloeren met mestschuiven levert een reductie

van ongeveer 50 %. Hellende dichte vloeren hebben echter het nadeel dat de begaanheid minder goed is in vergelijking tot roostervloeren. De andere onderzochte maatregelen, het aanzuren van de mest in de kelder en het spoelen van de roostervloer met water, zijn duur en leveren problemen met de bedrijfsinpasbaarheid.

Het PR heeft om deze reden op Proefbedrijf Bosma Zathe onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een stalen roostervloer in de praktijk, waarbij getracht is de ammoniak-emissie zover mogelijk te verminderen. Het systeem lijkt perspectief te bieden t.a.v. emissiereductie, terwijl de voordelen van de roostervloer gehandhaafd blijven.

Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Brouwers Stalinrichtingen te Leeuwarden en mede gefinancierd door het Financierings Overleg Mest en Ammoniak (FOMA).

A.T.J. van Scheppingen
Hoofd Afdeling Synthese, PR



1 Inleiding

Bij ligboxenstallen met roostervloeren komt 60% van de ammoniakemissie vanaf de roosters.

De Nederlandse overheid heeft als doel gesteld de verzuring van het milieu te verminderen. Als onderdeel hiervan wordt gestreefd naar een reductie van 70 % van de emissie van ammoniak in Nederland in het jaar 2000 ten opzichte van het niveau in 1980. De veehouderij is de belangrijkste bron van ammoniakuitstoot. Op een melkveebedrijf kwam volgens berekeningen in 1980 ongeveer 30 % van de ammoniakemissie uit stal en opslag. De overige bijdragen ontstaan tijdens de aanwending van de mest en de beweiding. Van de Nederlandse melkveestapel wordt ongeveer 70 % gehuisvest in ligboxenstallen. Hiervan zijn de meeste voorzien van

roostervloeren met mestkelders. Bij een dergelijk stalsysteem komt ongeveer 60 % van de ammoniak-emissie van de roostervloer en 40 % van het mestoppervlak in de mestkelder. Bij beide bronnen zijn verschillende oplossingen onderzocht om de emissie van stallen met roostervloeren te verminderen.

Het aanzuren van mest in de kelder en het spoelen van de roostervloer met water zijn onder praktijkomstandigheden uitvoerig onderzocht. Deze behandelingen verminderen de stal-emissie met 40 respectievelijk 20 %. Door problemen bij de praktische inpasbaarheid, (hoge investeringen en jaarlijks hoge exploitatiekosten) zullen deze methodes niet snel tot een grote toepassing leiden. Andere behandelingen zoals het spoelen met ontsmettingsmiddel (formaline) of zuur hebben wel een duidelijk reducerend effect op de emissie, maar worden onder andere door het risico voor de gezondheid niet onder praktijkomstandigheden onderzocht. Verwacht wordt dat de emissie ook sterk verminderd kan worden door bouwkundige aanpassingen. Door het veranderen van de vorm, het gebruik maken van ander materiaal dan beton en toepassen van een schijnvloer moet bereikt kunnen worden dat er minder mest en urine aan het rooster blijft hangen en dat de kelder wordt afgesloten.

Doel van het onderzoek : het ontwikkelen van een roostervloersysteem met een lage ammoniakemissie.



Verandering van vorm en materiaalkeuze van een vloersysteem kan grote invloed hebben op de mestafvoer en het welzijn van de dieren. De voor- en nadelen van het wijzigen van balken/of spleetbreedte van een roostervloer zijn in diverse onderzoeken in binnen- en buitenland reeds onderzocht. Ook is de invloed op de ammoniak-emissie van enkele aanpassingen van het rooster en van het afdichten van de kelder onderzocht. Van deze onderzoeksresultaten kan gebruik gemaakt worden bij het ontwerp van een nieuw emissie-arm roostervloersysteem.

2.1 Afmetingen

In het algemeen bestaan roostervloeren in de rundveehouderij uit balken gemaakt van gewapend beton, afgewisseld met spleten. Het voordeel van een roostervloer is dat de mest en urine via de spleten afgevoerd worden naar de daaronder gelegen mestkelder zonder het gebruik van arbeid of technische hulpmiddelen. Hierbij blijft de begaanbaarheid in de loop van de tijd goed in tegenstelling tot dichte vloeren. Urine kan echter indringen in beton en vervolgens als ammoniak vervluchtigen. Daarnaast blijft er veel mest aan de roosterbalken hangen, waardoor het emitterend oppervlak wordt vergroot. Betonnen roosterbalken zijn gewoonlijk 13-14 cm breed en 13 cm dik. De spleetbreedte varieert tussen 3 en 4 cm (zie figuur 1). Hierdoor wordt een mestdoorlaat van circa 20 % gerealiseerd.

Uit onderzoek van Boxberger en Pfadler (1982) blijkt dat de bevuiling van het roosteroppervlak verminderd kan worden door de doorlaat te vergroten. Dit kan door de spleet- en balkbreedte te veranderen. Om klauwbeschadigingen te voorkomen en voor een snelle mestafvoer, is het raadzaam weinig aan de gebruikelijke spleet-

breedtes te veranderen. Een spleetbreedte van minimaal 3 cm leidt bij een acceptabele klauwbelasting tot een bevredigende zelfreinigende werking van de roosters. Grotere spleetbreedtes verhogen de klauwbelastingen. De maximale toelaatbare spleetbreedte is 4 cm. Het reduceren van de balkbreedte heeft een groot effect op de hoeveelheid mest op de roostervloer. Een balkbreedte van 8 tot 10 cm levert in vergelijking tot gangbare balkbreedtes (13-14 cm) een verbeterde mestdoorlaat. Daarnaast wordt met deze balkbreedtes voldaan aan de wens dat nog voldoende ondersteuning van de klauwen gewaarborgd blijft. Als minimale balkbreedte wordt door de onderzoekers 7 cm genoemd.

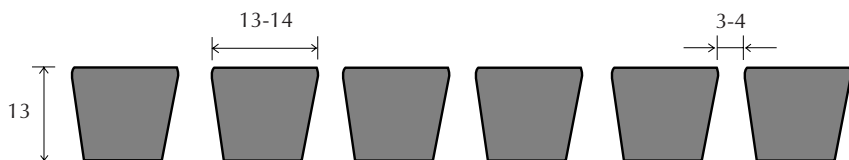
2.2 Ammoniakemissie

In de stal zijn de roostervloer en de mestkelder de belangrijkste emissie-bronnen. Voor dit onderzoek zijn de invloed van de vorm en het materiaal van het rooster en de mogelijkheden voor het afdichten van het mestoppervlak in de kelder van belang.

Roostervloer

Het emitterend oppervlak van een roostervloer is dat deel dat bedekt is met een laagje urine. Dit kunnen zowel de zijkanen, bovenkant als de onderkant van het rooster zijn. Ook de hoeveelheid urine die per oppervlakte-eenheid achterblijft, is van belang. Een dun laagje urine emitteert minder lang dan een dikke urinelaag. De dikte van de urinelaag op de balken is onder andere afhankelijk van de afwerking van de balken. Op ruwe balken zal meer urine achterblijven dan op glad afgewerkte balken. Door het betonoppervlak te impregneren of te voorzien van een vloeistofdichte afwerklaag kan de indringing van urine beperkt worden. Uit onderzoek van IMAG-DLO bleek echter dat de

Figuur 1 Vorm en afmetingen (cm) van betonnen roosters voor melkvee



ammoniak-emissie niet of nauwelijks gereduceerd wordt door dergelijke behandelingen van de betonnen roosterbalken. Door oneffenheden in het oppervlak blijft nog veel mest en urine op het oppervlak achter.

Uit emissie-onderzoek in de varkenshouderij bleek dat stalen roosters een lagere emissie veroorzaken dan betonnen roosters. Stalen 3-kant roosters reduceerden de ammoniakemissie met circa 17 % (2 uur na bevuilen) in vergelijking met een betonnen rooster. Deze stalen roosters hebben smallere balken en hierdoor een grotere mestdoorlaat. Tevens kan urine niet in staal indringen.

Mestkelder

Door het afdekken van het mestoppervlak kan de ammoniak-emissie worden gereduceerd. Deze maatregel wordt bij mestsilo's ook toegepast (overkappingen of drijvende afdekkingen). Het afdekken van het mestoppervlak in een mestkelder onder een roostervloer is lastiger omdat continu mestaanvoer plaatsvindt over het

gehele oppervlak. Het mestoppervlak in de kelder kan met drijvende afdekmiddelen of door een schijnvloer afdekt worden. Paraffine-olie is lichter dan dunne rundermest en vormt daarvoor ook bij regelmatige aanvoer van mest en urine steeds een afsluitende laag op het mestoppervlak. De mest en urine zakken steeds door de olielaag heen. Hiermee is een reductie van circa 50 % van de kelderemissie bereikt. Deze olie is echter te duur om in de praktijk toegepast te worden. Er is nog geen geschikt drijvend afdekmiddel gevonden. Een constructieve afdekking is dan de enige oplossing om de emissie van de kelder te verminderen. Een schuivensysteem moet dan frequent de mest en de urine van een dergelijke schijnvloer verwijderen om een verplaatsing van de ammoniakemissie van de kelder naar de schijnvloer te voorkomen. Bij het toepassen van een schijnvloer onder de roosters gaat een deel van de mestopslagcapaciteit in de kelder verloren. Dit kan beperkt worden door de schijnvloer zo dicht mogelijk onder de roostervloer te bouwen.



Op Proefbedrijf Bosma Zathe is in een deel van de stal de betonnen roostervloer vervangen door stalen roosters met kelderbakken. In het staldeel liepen melkgevendende dieren met een rantsoen bestaand uit graskuil en snijmais, zodat een bevuiling van de vloeren en kelderbakken ontstond vergelijkbaar met een praktijksituatie.

3.1 Beschrijving stal

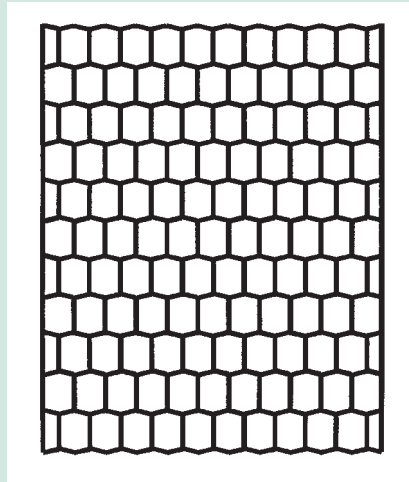
Het melkvee en het jongvee ouder dan zes maanden is gehuisvest in een 2+2-rijige ligboxenstal met roostervloeren. Er zijn boxen voor 157 melkkoeien en 43 stuks jongvee. Alleen de mestgangen zijn onderkelderd. De mestgang direct achter het voerhek is 3 m breed, met een vlakke vloer van 0,5 m breed en een roostervloer van 2,5 m breed. Het mestkanaal is ook 2,5 m breed. De tweede mestgang ligt tussen de ligboxenrijen en is 2,20 m breed. Alle ligboxen komen uit op deze mestgang tussen de ligboxen. De gemiddelde afstand tussen keldervloer en onderkant roosters is 1,45 m. Als strooisel in de boxen wordt zaagsel gebruikt. In figuur 2 is de plattegrond van de ligboxenstal schematisch weergegeven.

In oktober 1994 is aan het eind van de mestgang langs het voerhek de bestaande roostervloer vervangen door stalen roosters over een lengte van circa 10 meter (circa 25 m²). De ruimte aan het voerhek in dit proefstuk nam ongeveer 15 vreetplaatsen in beslag. De bestaande betonroosters (dikte 13 cm) waren bij de bouw in de vochtige cement gelegd, waardoor bij de verwijdering een deel van de oplegand is vernield. Dit is hersteld, zodat opnieuw een oplegging van 13 cm resteerde.

3.2 Ontwikkeling stalen roosters en kelderbakken

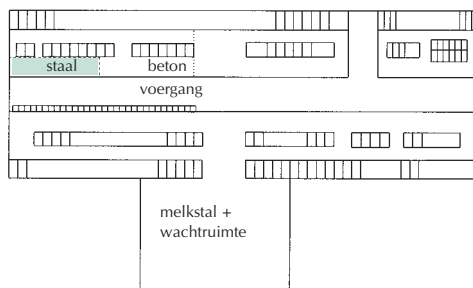
Om de invloed van een grotere doorlaat op begaanbaarheid en klauwgezondheid te onderzoeken is in 1993 een oriënterende proef gedaan met een gietijzeren roostervloer (zie figuur 3). Dit roostertype wordt in Duitsland

Figuur 3 Vorm wafelrooster

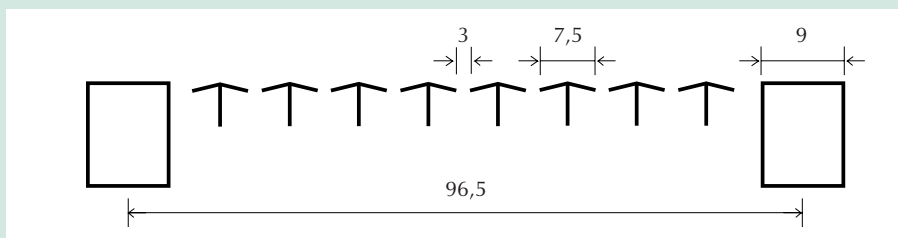


gebruikt in grupstallen. De roosterelementen hadden een doorlaat van ruim 50 %, maar niet de vereiste standaard-lengte (3,00 of 2,20 m) om de mestkelder te kunnen overspannen. De gietijzeren rooster-elementen zijn daarom op de bestaande roostervloer gelegd. Zo was voor deze rooster-elementen geen draagconstructie nodig. Hierbij moest wel extra aandacht

Figuur 2 Schematische plattegrond Proefbedrijf Bosma Zathe



Figuur 4 Vorm en afmetingen (cm) van de stalen roosters



geschonken worden aan de mestafvoer. De wafelvormige perforaties waren 40 x 90 mm groot, de dwarsverbindingen 20 mm dik en 13 mm hoog. In figuur 3 is de vorm van het rooster weergegeven. De klauwen van de dieren zijn aan het begin en het eind van de proef beoordeeld.

Het aantal klauwbeschadigingen na de proefperiode van zes weken was toegenomen. De klauwen waren duidelijk droger en harder dan normaal. Het loopgedrag van de dieren was tevens voorzichtiger dan op de betonnen roosters. Ook de veeverzorgers hadden de indruk dat de vloer

gladder was dan de betonnen roosters.

Geconcludeerd is dat deze vorm niet optimaal is vanwege de problemen met de begaanbaarheid.

Om de roosteremissie maximaal te kunnen reduceren is in het nieuwe roostervloersysteem een balkbreedte van 7,5 cm aangehouden en een spleetbreedte van 3 cm. Om uitglijden op de stalen roosters te voorkomen is een tranenprofiel op de roosterbalken aangebracht. Het oppervlak van deze balken is tevens iets hellend, zodat de urine gemakkelijk kan afstromen (zie figuur 4).

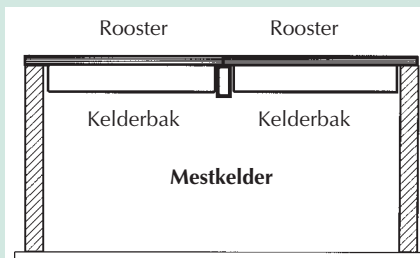
De roosterelementen hebben de afmetingen 124 x 96,5 cm en kunnen de mestkelder dus niet overspannen. Daarom is hiervoor een draagconstructie gemaakt. De mestdoorlaat van deze roostervloer is hoog, namelijk ongeveer 40 %. Een betonnen rooster heeft een doorlaat van ongeveer 20 %. Door de afmetingen van ongeveer 1 x 1 m zijn de roosterelementen door één persoon te hanteren. Dit is belangrijk bij storingen en slijtage van de schuif.

Onder de roosterelementen zijn bakken gehangen om de kelder-emissie te reduceren. Deze vormen een schijnvloer bestaande uit twee kanalen, ieder met een mestschuif van circa 1

De bakken onder de roosters moeten de emissie vanuit de kelder verminderen.



Figuur 5 Schematische doorsnede mestgang met stalen roostervloersysteem



meter breed voorzien van poly-urethaanrubber (zie figuur 5). De kelderbakken onder de roosters zijn gemaakt van verzinkt plaatstaal (3 mm dik). Na iedere meter is een afstort spleet van circa 10 cm breed naar de kelder. De bakken zijn vlak om de urine te kunnen gebruiken voor het goed afvoeren van de mest. Hierdoor kan het aankoeken van mest wellicht voorkomen worden. De mest en urine worden ieder half uur uit de bakken geschoven, zodat er weinig tijd is voor de omzetting van urine en de mogelijke vervluchtiging van ammoniak. De kelderbakken zijn 24 cm onder de bovenkant van de roosters gemonteerd. Dit betekent dat ongeveer 10 cm kelderdiepte verloren gaat ten opzichte van een traditionele betonnen roostervloer van circa 13 cm dik. Het aandrijfstation voor de schuiven is boven de roosters tegen de achterwand gemonteerd.



3.3 Ammoniakemissiemetingen

Om inzicht te krijgen in het reducerend effect op de ammoniakemissie van stalen roosters ten opzichte van betonnen roosters, zijn metingen uitgevoerd met een Lindvalldoos en een gas-analyser. Hiermee is het mogelijk om de ammoniakemissie van verschillende bronnen onder vergelijkbare omstandigheden te meten. De Lindvalldoos is een bemonsteringsapparaat, dat op het mestoppervlak en op vloeren geplaatst kan worden. Met de Lindvalldoos kan een vloerdeel afgesloten worden van zijn omgeving en gedurende een periode gemeten worden. De doos is aan de onderzijde open en aan de voor- en achterzijde voorzien van toelopen- de luchtkanalen. De afmetingen van de doos zijn 1,10 x 1,10 x 0,4 m. Met een ventilator wordt een hoeveelheid lucht door de doos gezogen. Door een verstelbare klep wordt de lichtsnelheid geregeld op ongeveer 8 cm/s. De

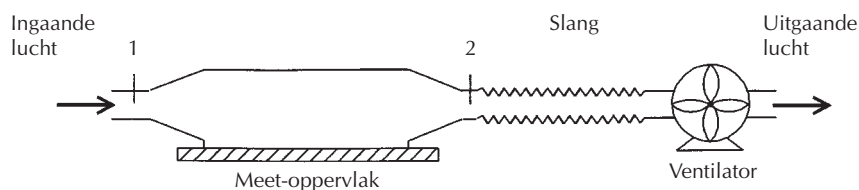
ammoniakconcentratie van de in- en uitgaande lucht wordt bepaald. Dit gebeurt op de monsternamapunten 1 en 2 in figuur 6.

De plaatsing van de Lindvalldoos was steeds zodanig dat de stromingsrichting van de lucht door de doos steeds loodrecht stond op de richting van de roosterspleten.

De ammoniakconcentraties van de in- en uitgaande lucht van de Lindvalldoos zijn gemeten met een gasmonitor (Brüel & Kjær type 3426). Deze monitor heeft enige tijd nodig om lage concentraties nauwkeurig te meten direct na het meten van hoge concentraties. Dit is van invloed op de Lindvalldoosmetingen, waar steeds afwisselend een lage ingaande en een hoge uitgaande concentratie gemeten moet worden. Bij een te korte meettijd wordt daardoor bij een hogere uitgaande concentratie een te hoge achtergrondconcentratie gemeten. Dit probleem werd pas na de tweede meetdag dui-

Met de Lindvalldoos kan de ammoniakemissie vanaf de roosters gemeten worden.

Figuur 6 Schematisch overzicht van de Lindvalldoosopstelling



delijk. Vervolgens is besloten alleen de uitgaande concentratie in de gegevensverwerking te gebruiken en deze per meetdag te corrigeren voor een standaard achtergrondconcentratie voor alle uitgevoerde metingen. Voor de eerste twee meetdagen is hiervoor de laagste gemeten ingaande concentratie genomen van de aangezogen lucht vanaf de voergang. Op de andere meetdagen is hiervoor aan het begin en aan het eind van de meetdag de concentratie op de voergang apart gemeten. Er is vervolgens gecorrigeerd voor de gemiddelde concentratie. Aan het eind van de stalperiode zijn in een periode van vijf weken de ammoniak-emissiemetingen uitgevoerd. Per meetdag zijn zowel de stalen als de betonnen roosters minimaal twee keer gemeten. Om de invloed van de voorgeschiedenis van een stuk stalvloer te minimaliseren zijn de vloeren voor de meting handmatig bevuild met verse urine. De metingen zijn hierdoor betrouwbaarder, omdat de bevuiling van de te meten vloerdelen gestandaardiseerd is. De urine is steeds een dag voor de metingen opgevangen bij melkgevendende dieren en afgesloten bewaard bij de heersende staltemperatuur (5 - 10 °C). Voor de metingen is steeds een vloeropervlak (circa 1,10 x 1,10 m) met drie liter urine bevuild. Dit is een overmaat, zodat het gehele roosteroppervlak nat is en een deel van de urine van het rooster afstroomt naar de kelder. Van de gebruikte urine is per meetdag een monster genomen en geanalyseerd op N-totaal. Per meetdag zijn de metingen dus steeds uitgevoerd met dezelfde urine, zodat de gemeten verschil-

De begaanbaarheid van roosters is o.a. afhankelijk van het soort materiaal maar ook van mest, urine en voerresten.

len op een meetdag niet het gevolg zijn van concentratieverschillen in de gebruikte urine. Bij de metingen op de stalen roosters met kelderbakken werden de bakken steeds eerst geschoven en daarna handmatig bevuild met urine. Om bij de referentiemetingen op de betonnen roostervloer gelijktijdig het roosteroppervlak en het bijbehorende mestoppervlak in de kelder te kunnen meten, is het kelderdeel ter grootte van de Lindvalldoos tijdens het meten afgesloten van de rest van de kelder. Op twee plaatsen in de stal zijn hiervoor constructies in de kelder gemaakt. Deze twee referentie-meetplaatsen liggen op de mestgang tussen de ligboxen. Hier zijn schotten in de kelder geplaatst parallel aan de kelderwand. Tussen de kelderwand en dit schot kunnen aan beide zijden van een rooster-element schotten tussen de rooster-spleten geplaatst worden. Zo kan een kelderdeel van ongeveer 1,10 x 1,10 m afgesloten worden. Bij de metingen op de stalen roostervloer worden de kelderbakken met rubberen stroken afgesloten. Temperatuur en relatieve vochtigheid veranderen tijdens de dag. Deze variabelen zijn tijdens de metingen continu gemeten met een thermohygrograaf, welke geplaatst was op de voergang. Ook is het mestniveau in de kelder iedere meetdag gemeten.

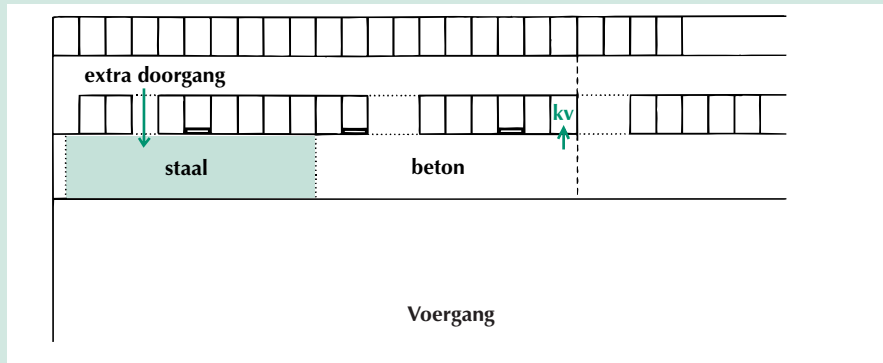
3.4 Begaanbaarheid

Bij het streven naar vermindering van de ammoniak-emissie mag het welzijn van het dier niet in het gedrang komen. Door stalen roosters met smallere balkbreedtes te gebruiken, in plaats van betonnen roosters, is de begaanbaarheid een aandachtspunt voor het onderzoek. De begaanbaarheid van een vloer wordt bepaald door de mate van wrijving tussen de klauw van het dier en het vloeroppervlak. Deze wrijving ontstaat door de adhesie (ofwel het kleven) en de grip die het oppervlak biedt en is afhankelijk van het soort materiaal, de vorm en de ruwheid van het oppervlak. Hierbij komt nog de invloed van de stoffen die zich tussen het loopoppervlak en de klauw kunnen bevinden, namelijk mest, urine en voerresten.

Er zijn geen eenduidige methoden voorhanden om de begaanbaarheid van vloeren te karakteriseren. Er zijn wel meetmethoden om de wrijvingsweerstand te bepalen, maar dit is niet de enige factor die de begaanbaarheid van een vloer voor het vee bepaald. De invloed van spleten en het diergedrag net voor of tijdens het



Figuur 7 Plattegrond van het staldeel



uitglijden kan alleen via visuele waarnemingen bepaald worden. Daarnaast zijn slijtage en beschadiging van de klauwen door de vloer belangrijk voor het welzijn van het vee. Getracht is een indruk te krijgen over de begaanbaarheid van de stalen roostervloer via een oriënterend onderzoek. Door tellingen en bepaling van de voeropname is bekeken of de koeien een voorkeur hebben voor één van beide roostervloersystemen. De staldelen zijn hiervoor zo vergelijkbaar mogelijk gemaakt. Beide delen hadden drinkbakken. De koeien kregen alleen krachtvoer in de melkstal. De proef is uitgevoerd met een klein aantal koeien met een dubbel aantal vreetplaatsen. Hierdoor waren de koeien niet gedwongen op de andere roostervloer te gaan vreten, omdat er geen vreetplaats vrij was op de plaats van de eerste keuze. Het voeraanbod op beide vloersystemen was voldoende om alle koeien te laten vreten.

In de normale situatie konden de dieren krachtvoer opnemen in een krachtvoerstation in het deel met de betonnen roosters, waarvan de ingang aan de mestgang langs het voerhek ligt. Dit is in figuur 7 aangegeven met een pijl. De dieren hebben hierdoor de neiging dit staldeel vaker te bezoeken dan het staldeel met de stalen roosters. Enkele dagen voor de proef kregen de koeien al uitsluitend krachtvoer verstrekt in de melkstal. Drie drinkbakken waren verspreid gemonteerd in de middelste rij ligboxen langs de mestgang. De drinkbak naast de krachtvoerboxen werd normaal het meeste door de dieren gebruikt. De doorsteek van de ligboxen naar het voerhek lag bij het proefvak van de betonnen roostervloer. In het proefvak van de stalen roosters is de doorsteek aan het eind van de stal geblokkeerd door de aandrijving van het schuivensysteem. Een ligbox diende als extra doorgang in dit staldeel.



4 Resultaten

- In november 1994 zijn de eerste dieren gehuisvest in het proefvak met de stalen roostervloer.
- De metingen en waarnemingen zijn pas uitgevoerd aan het eind van de stalperiode, zodat sprake was van een "ingelopen" vloer.

- **4.1 Ammoniakemissie**
- De Lindvalldoosmetingen zijn uitgevoerd 1 dag per week gedurende 5 opeenvolgende weken. Er zijn vier tot zes metingen per meetdag uitgevoerd. De temperatuur tijdens deze meetperiode steeg van 5 op de eerste tot 14 °C op de laatst meetdag. Het temperatuurverloop per meetdag bedroeg slechts enkele graden, behalve op 11 april. Op deze dag was het maximale temperatuurverschil 7 °C. De gebruikte urine is steeds de dag voorafgaand aan de metingen bij melkgevendende dieren verzameld. Het N-gehalte van deze urines varieerde tussen de verschillende meetdagen weinig, namelijk van 7,77 tot 9,39 gram per liter. In bijlage 1 staan deze gegevens vermeld.
- In totaal zijn 26 metingen uitgevoerd. De metingen zijn steeds uitgevoerd in het tijdstraject vanaf enkele minuten na het bevuilen tot circa 1,5 uur daarna. De uitgevoerde metingen zijn over dit traject gemiddeld. De gemiddelde concentraties staan in tabel 1. In bijlage 2 zijn per meetdag de gemiddelde concentraties grafisch weergegeven.
- Een paar meetresultaten zijn opvallend. Op 16 maart is op de betonnen roosters zowel een concentratie van 5,6 ppm als van 10 gemeten. Ook op 21 maart is zo'n grote spreiding gevonden namelijk van 9,9 tot 25,6 ppm. Op de stalen roostervloer variëren de meetresultaten minder. Dit kan waarschijnlijk verklaard worden

Tabel 1 Meetresultaten
NH₃-concentratie (ppm)

Datum	Staal	Beton	Achtergrond
16 maart 1995	5,6	10,0	2,6
	6,3	5,6	
21 maart 1995	10,8	25,6	4,5
	12,4	23,8	
	11,1	9,9	
28 maart 1995	6,0	14,1	1,4
	5,2	9,4	
	4,7		
4 april 1995	9,9	34,3	1,7
	14,7	32,1	
	15,0		
11 april 1995	9,9	21,5	1,0
	9,0	16,0	
	13,6		
	11,0		

door het effect van de smallere roosterbalken en het gebruik van de mestschuif. De betonnen roosterbalken zijn breder dan de stalen roosterbalken. Hierdoor kan er meer mest op de roosters liggen. Bij de standaard bevuiling met drie liter urine blijft er dan meer urine op het roosteroppervlak achter. De metingen hebben steeds plaatsgevonden met een bevuiling met mest van het rooster zoals die op dat moment is aange troffen. Bij de stalen roostervloer zijn steeds de kelderbakken voorafgaande aan de metingen schoongeschoven. Hierdoor ontstaat een standaard situatie.

De emissie van de roostervloer wordt berekend uit de uitgaande concentratie min de ingaande concentratie van de Lindvalldoos. Dit concentratieverschil levert samen met de hoeveelheid lucht die door de doos is gezogen de emissie van het gemeten vloerdeel. Omdat de hoeveelheid lucht die door de doos wordt gezogen constant is, kan de emissie ook afgelezen worden uit het concentratieverschil. De ingaande ofwel achtergrondconcentratie is de ammoniakconcentratie van de lucht op de voergang. Hier werd tijdens de metingen op de stalen roosters de lucht weggezogen. Bij de betonnen roosters is steeds gebruik gemaakt van buitenlucht (met een lagere ammoniakconcentratie dan stal-lucht). Bij alle metingen is uitgegaan van een

Op de betonnen roostervloer variëren de meetresultaten meer dan op de stalen roostervloer.



standaard concentratie van ingaande lucht. Deze standaardconcentratie was het gemiddelde van de lucht op de voergang. Het meetresultaat van de betonnen roosters is daarom waarschijnlijk iets lager.

Voor het toetsen van de gemeten concentratieverschillen tussen de stalen en de betonnen roostervloer zijn deze per meetdag vergeleken. Doordat er per dag vergeleken wordt, is er geen effect van daginvloeden en N-niveau in de urine.

Voor de statistische analyse is gebruik gemaakt van variantie-analyse (REML), aangevuld met WALD-toetsen.

De uitgaande concentratie op de stalen roosters was significant lager dan op de betonnen roosters. Hieruit is een reductie van de ammoniakemissie berekend van 52 % ten opzichte van de betonnen roosters. De geringe temperatuurschommelingen tijdens de meetdagen hadden nauwelijks een aantoonbare invloed op de meetresultaten. De statistische schatting voor de uitgaande NH_3 -concentratie is 12,93 ppm bij de betonnen roosters en 6,20 ppm bij de stalen roosters (sed.: 0,15).

4.2 Begaanbaarheid

Om inzicht te verkrijgen in de begaanbaarheid zijn waarnemingen verricht aan het vreet- en loopgedrag van de koeien. Het aantal vretende en niet-vretende koeien is per proefvak (staal of beton) ieder half uur vastgelegd. Daarnaast is op één dag de hoeveelheid verstrekt voer aan het begin van de dag en de voerresten aan het eind van de dag in elk proefvak gewogen.

Het bleek praktisch niet mogelijk om de koeien een zuivere keuze mogelijkheid voor te leggen ten aanzien van het vloertype waar ze konden vreten of drinken. De doorgang naar de tweede



mestgang (tussen de ligboxen) lag geheel aan de kant van de betonnen roosters evenals de drinkbak, die het meest bezocht werd. Deze drinkbak lag direct naast de krachtvoerbox. Deze drinkbak wordt tijdens de normale bedrijfsvoering het meest gebruikt door de koeien.

De proef is uitgevoerd met 15 koeien. In totaal waren 30 vreetplaatsen beschikbaar gelijk verdeeld over de stalen en de betonnen roostervloer. Bij beide vloertypes was voor een hele dag onbeperkt voer verstrekt. Het aantal vretende en niet-vretende koeien is per vloertype ieder half uur vastgelegd. In tabel 2 staan de resultaten van deze tellingen.

Het aantal keren dat er koeien staan te vreten op de betonnen roosters is hoger. Dit wordt deels veroorzaakt door de ligging van de stalen roostervloer ten opzichte van de normale looproute van de dieren van de ligboxen naar het voerhek. Op grond van dit argument en de

De koeien konden vrijuit kiezen waar ze (ruw)voer wilden opnemen.

Tabel 2 Tellingen aantal koeien

Periode	21 april 1995				25 april 1995			
	Staal		Beton		Staal		Beton	
	vreten	elders	vreten	elders	vreten	elders	vreten	elders
direct na voeren	4	0	12	0	7	0	8	0
9.30 - 12.00 u	18	1	20	6	13	2	25	6
12.30 - 15.30 u	10	0	24	8	3	1	15	9
Totaal	32	1	56	14	23	3	48	15

Tabel 3 Voeropname 21-4-95

	verstrekt (kg)	rest (kg)	netto (kg)
Staal	403	215	188
Beton	431	145	286

meetresultaten kan wel gesteld worden dat de koeien de stalen roostervloer niet mijden. De vastgestelde voeropname, weergegeven in tabel 3, onderbouwt deze stelling ook.

De hoeveelheid voerresten bij de betonnen roosters was nog zo groot dat er geen aanleiding voor de dieren was om ergens anders te gaan eten. Toch is bij de stalen roosters ongeveer de helft van het verstrekte voer door de dieren opgenomen.

Voorlopig laat het zich aanzien dat de begaanbaarheid geen problemen oplevert. Echter er is nog onvoldoende onderzoek verricht om dit betrouwbaar te kunnen vaststellen.

4.3 Kosten

Roostervloeren worden normaal gemaakt van gewapend beton. Beton is een goedkoop bouw-materiaal met een lange levensduur. De ijzeren wapening verzorgt de sterkte. Om corrosie van de wapening te voorkomen dient deze afgedekt te zijn met minimaal 3 cm beton.

Het onderzochte vloersysteem is volledig gemaakt van verzinkt staal. Hierdoor zijn de materiaalkosten ruim tien keer zo hoog dan bij beton. De levensduur van verzinkt staal in een situatie waar continu contact is met mest wordt geschat op 10 jaar. Door de toepassing van kelderbakken is een schuivensysteem noodzakelijk. Electriciteit en onderhoud vergroten de kosten van het systeem.

Om het systeem toepasbaar te maken voor de praktijk, is het noodzakelijk dat de kosten worden verlaagd. Hiervoor is vervolgonderzoek noodzakelijk om de noodzaak van de kelderbakken met het schuivensysteem te onderzoeken. Verder dienen nieuwe materialen getest worden.



Discussie

De berekende concentratieverschillen kunnen in werkelijkheid hoger zijn. De herkomst van de aangezogen lucht verschilde namelijk tijdens de metingen op de stalen en de betonnen roosters. Bij de stalen roosters werd stallucht gebruikt, terwijl bij de betonnen roosters buitenlucht is aangezogen. Hierdoor kan de concentratie van ammoniak in de aangezogen lucht duidelijk verschillen. Er is echter steeds gecorrigeerd voor een standaard concentratie van de ingaande lucht. Deze concentratie is het gemiddelde van enkele metingen op de voergang. De concentratie in de buitenlucht is normaal gesproken lager. Verwacht wordt dat het werkelijke reductiepercentage hierdoor hoger is dan wat vastgesteld is. De begaanbaarheid van de stalen roostervloer is slechts oriënterend bekeken. De dieren hadden geen zuivere keuzemogelijkheid, omdat de doorsteek niet op de scheiding van beide te vergelijken vloertypes lag. Daarnaast is het de vraag of de locatie waar de stalen roostervloer is aangelegd niet reeds van invloed is op het diergedrag. De stalen roosters liggen aan het eind van een mestgang. Het klimaat (tocht of warm-

te) of het ontbreken van een doorsteek aan het eind van de mestgang kunnen het diergedrag reeds beïnvloeden. In een vervolgonderzoek moet dus veel aandacht besteed worden aan de proefopzet om een goede uitspraak mogelijk te maken.



Bij vervolgonderzoek moet vooral aandacht besteed worden voor de begaanbaarheid van de stalen roosters.



Conclusie

Door het toepassen van een stalen roostervloer met kelderbakken is de ammoniak-emissie met 52 % verminderd ten opzichte van een betonnen roostervloer met mestkelder. De gemeten verschillen zijn significant.

De lagere emissie van het onderzochte roostervloersysteem is gerealiseerd door :

- **Verkleining van het bevuild oppervlak**

De roosterbalken zijn 7,5 cm breed in plaats van 12-14 cm bij betonnen roosters. Doordat de balken smaller zijn gemaakt, en niet de spleten, is de doorlaat van het nieuwe rooster groter, namelijk circa 40 %. Een betonnen roosters heeft een doorlaat van ongeveer 20 %.

- **Toepassen van staal in plaats van beton**

In vergelijking met beton kan urine niet meer in het rooster indringen en blijft er minder mest en urine aankleven.

Stalen roosters verminderen de ammoniak-emissie met de helft, maar zijn nog veel te duur voor de praktijk.



- **Afsluiten van de mestkelder**

Door het gebruik van bakken direct onder de roosters wordt de kelder afgesloten en gaat weinig opslagcapaciteit verloren. De mest en urine moet frequent uit de bakken verwijderd worden met een mestschuif.

Het welzijn van de dieren is van groot belang.

Het nieuwe roostervloersysteem heeft daarom :

- **Roosterbalken van 7,5 cm breed, voorzien van tranenprofiel**

Voor een goede begaanbaarheid is voldoende ondersteuning van de klauw belangrijk en moet de klauw genoeg grip hebben op de bodem.

- **Een spleetbreedte van 3 cm**

Klauwen kunnen bij weinig ondersteuning sneller beschadigen door het klem raken in de spleten.

Uit de proef bleek dat er geen grote problemen waren met de begaanbaarheid van de stalen roosters. De begaanbaarheid is echter slechts oriënterend onderzocht, zodat geen harde uitspraken gedaan kunnen worden. Het verdient aanbeveling dit aspect nader te onderzoeken.

De onderzochte roostervloer is een prototype. Het is duidelijk dat de kosten in vergelijking met een standaard roostervloer erg hoog zijn. Geschat wordt dat dit minimaal tien keer zo duur zal zijn.

De levensduur van het stalen roostervloersysteem is in vergelijking met betonnen roosters korter, terwijl meer onderhoud nodig is door het schuivensysteem. Er dient meer onderzoek te gebeuren om de kosten van het vloersysteem te verlagen.

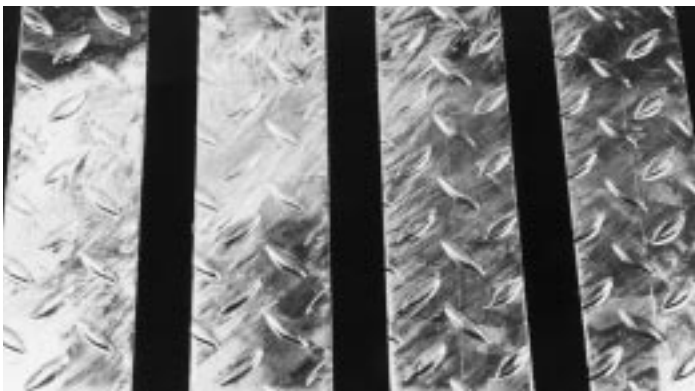


Samenvatting

Op Proefbedrijf Bosma Zathe is in de stalperiode 1994-95 onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een stalen roostervloersysteem om de ammoniak-emissie te verminderen. Bij ligboxenstallen met roostervloeren van beton komt ongeveer 60 % van de ammoniak-emissie van de roosters en 40 % van het mestoppervlak in de kelder. Urine kan in beton indringen en vervolgens als ammoniak vervluchtigen. Daarnaast blijft er veel mest en urine aan de roosterbalken hangen, waardoor het emitterend oppervlak wordt vergroot. De bevuiling van het roosteroppervlak kan verminderd worden door de mestdoorlaat te vergroten via smallere balken. In 1993 is met een gietijzeren roostervloer een proef gedaan naar de invloed van een grotere doorlaat op de begaanbaarheid te onderzoeken. Hiervoor is een roostertype gebruikt dat in Duitsland in grupstallen wordt gebruikt. De roosterelementen hadden een doorlaat van 52,5 %. De dieren liepen voorzichtiger dan normaal op de betonnen roosters. Geconcludeerd is dat deze vorm niet ideaal is, terwijl een grotere doorlaat toch nagestreefd zou moeten worden. Een doorlaat van meer dan 50 % geeft de dieren te weinig ondersteuning om goed te kunnen bewegen. Op Bosma Zathe is het vee gehuisvest in een 2+2-rijige ligboxenstal met roostervloeren. Alleen de mestgangen zijn onderkelderd (diepte gemiddeld 1,45 m). De mestgang direct achter het voergang is circa drie m breed, waarvan ca. 2,5 m roostervloer en ca. 0,5 m dichte vloer. Aan het eind de mestgang langs het voerhek is de bestaande betonnen roostervloer vervangen door stalen roosters met kelderbakken over een lengte van 10 meter. Om de roosteremissie maximaal te kunnen reduceren en het rooster begaanbaar te houden is een balkbreedte van 75 mm aangehouden en een spleetbreedte van 30 mm. Om uitglijden te voorkomen is een tranenprofiel op de stalen roosterbalken aangebracht. Het oppervlak van deze balken is iets hellend, zodat de urine kan afstromen. Onder de roosterelementen hangen bakken om de mestkelder af te sluiten. De schijnvloer is opgedeeld in twee kanalen, ieder met een mest-schuif. Na iedere meter is een afstortpleet van circa 10 cm breed naar de kelder. De bakken zijn vlak om de urine te kunnen gebruiken voor het goed afvoeren van de mest, zodat het aan-

koeken van mest voorkomen kan worden. De mest en urine worden ieder half uur uit de bakken geschoven. Door de bakken gaat circa 10 cm kelderdiepte verloren. Voor het bepalen van de ammoniak-emissie is de Lindvalldoos gebruikt. Hiermee is het mogelijk om de ammoniakemissie van verschillende bronnen onder vergelijkbare omstandigheden te meten. Voorafgaande aan de metingen is het meetoppervlak steeds handmatig bevuild met drie liter urine. In totaal zijn 26 metingen uitgevoerd. Door de meetresultaten te toetsen per meetdag, is automatisch gecorrigeerd voor verschillen tussen dagen zoals temperatuur, mestniveau in de kelder en N-gehalte van de gebruikte urine. De stalen roosters reduceerden de ammoniak-emissie met 52 % in vergelijking met de betonnen roosters. Dit verschil is significant. De geringe temperatuurschommelingen tijdens de meetdagen hadden nauwelijks invloed op de meetresultaten. De stalen roosters zijn voorzien van een tranenprofiel in verband met de begaanbaarheid. Om inzicht te verkrijgen in de begaanbaarheid zijn waarnemingen verricht aan het vreet- en loopgedrag van de koeien. Het aantal vretende en niet-vretende koeien is per proefvak (staal of beton) ieder half uur vastgelegd. Daarnaast is de hoeveelheid verstrekt voer aan het begin van de dag en de voerresten aan het eind van de dag in elk proefvak gewogen. Het aantal keren dat een koe stond te vreten op de betonnen roosters is duidelijk hoger, maar dit wordt deels veroorzaakt door de ligging van de stalen roostervloer t.o.v. de normale (kortste) looproute van de dieren van de ligboxen naar het voerhek. Op grond van dit argument en de meetresultaten kan niet gesteld worden dat de koeien de stalen roostervloer mijden. Voorlopig laat het zich aanzien dat de begaanbaarheid geen problemen oplevert. Echter er is nog onvoldoende onderzoek verricht om dit betrouwbaar te kunnen vaststellen.

Om uitglijden te voorkomen zijn de stalen roosters voorzien van een "tranenprofiel".



Literatuur

Bartussek, H., 1987. Anforderungen an Spaltenboden-Elemente für Rinder und Schweine. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Heft 1, p. 65 - 74.

Boxberger, J. und W. Pfadler, 1982. Anforderungen an Spaltenböden in Liegeboxenställen. Landtechnik 1 (Januari) 1982, p. 41 - 44.

Elzing, A. et al., 1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, rapport nr 92-3, 25 p.

Gebbe, N., 1994. DIN 18908 Fussboden von Stallanlagen. Spaltenboden aus Stahlbetonfertigteilen. Landtechnik 49. Jahrgang nr. 5, p. 278.

Hart, C. 't, 1987. Norm roostervloeren van gewapend beton. Landbouwmechanisatie 38 nr 12 (december), p. 1285 - 1289.

Kamp, A. van der, P.P.H. Kant en A.J.H. van Lent, 1993. Bedrijfseconomische en milieutechnische gevolgen emissie-arme bedrijfssystemen op melkveebedrijven. PR-rapport nr. 149, 165 p.

Kant, P.P.H., M.C. Verboon en J.W.H. Huis in 't Veld, 1992. Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos. (Inventarisatie van de metingen op de Waiboerhoeve in 1989-1991), Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, rapportnr. 139, Lelystad, 48 p.

Kant, P.P.H., 1995. Raapolie ongeschikt voor beperking ammoniak-emissie rundermest, parafine te duur. Landbouwmechanisatie nr 3 (maart), p. 60 - 61.

Kroodsmas, W. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1989.

Ammoniak-emissiemetingen aan oppervlaktebronnen in een natuurlijk geventileerde ligboxenstal m.b.v. een Lindvalldoos. IMAG-nota 372 (HAB), Wageningen, 16 p.

Montenij, G.J. en M.C. Verboon, 1994. Technische mogelijkheden voor emissiereductie uit stal en opslag. In: Naar veehouderij en milieu in balans. 10 jaar FOMA onderzoek. Onderzoek inzake de mest en ammoniakproblematiek in de veehouderij 19 (Rundvee), p. 37 - 49.

Mulitze, P., 1982. Zur Trittfestigkeit perforierter Böden. Landtechnik 1, januari 1982, p. 34 - 36.

Ouwerkerk, E.J.N. van, 1993. Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen, 178 p.

Prinsen, L., 1981. Roostervloeren in ligboxenstallen. Landbouwmechanisatie 32 nr 5 (mei), p. 465 - 467.

RIVM, 1995. Additioneel Programma Verzuuringsonderzoek derde fase. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.

Seufert, H., 1975. Liegeboxenlaufställe. AVA-Arbeitsgemeinschaft zur Verbesserung der Agrarstruktur in Hessen e.V., Wiesbaden, Heft 32, 269 p.

Swierstra, D., et al, 1994. Ammoniakemissie en stroefheid van roostervloeren en dichte vloeren in ligboxenstallen voor rundvee. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu-, en Agrartechniek, rapport nr 94-13, 26 p.

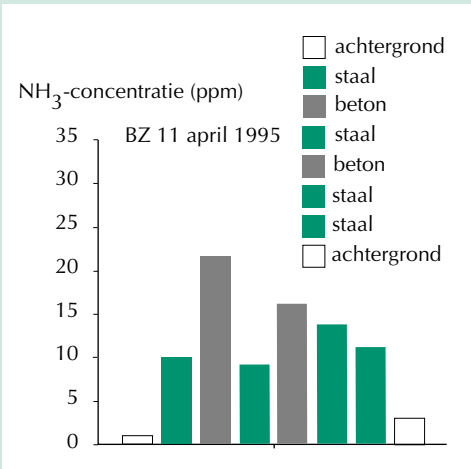
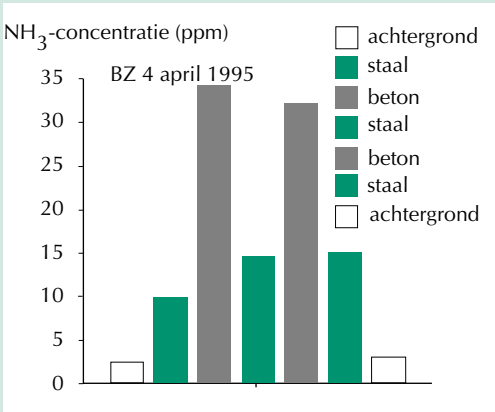
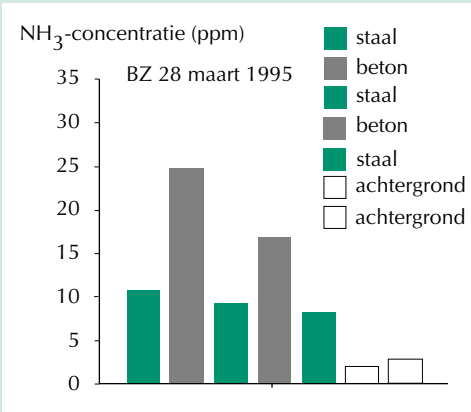
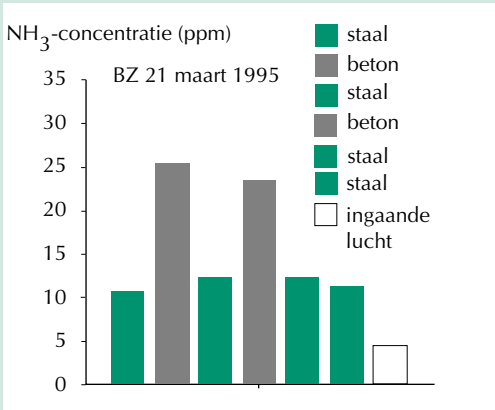
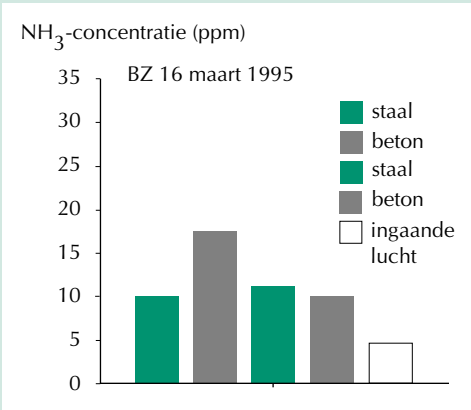
Venzlaff, F., K. Dreihsig und B. Freitag, 1987. Anforderungsgerechte Gestaltung von Spaltenböden der Rinder- und Schweineproduktion. Agrartechnik, Berlin 37 (1987) 6, p. 276 - 279.



Bijlage 1 meetresultaten en - omstandigheden

Datum	Object	NH ₃ -concentratie (ppm)	Temperatuur (°C)	Afstand mestoppervlak tot roosters (cm)	N-gehalte urine (g/l)
16 maart 1995	staal	5,6	5	49	8,79
	beton	10,0	6		
	staal	6,3	6,5		
	beton	5,6	7		
	achtergrond	2,6	-		
21 maart 1995	staal	10,8	6	42	7,77
	beton	25,6	7		
	staal	12,4	9		
	beton	23,8	8,5		
	staal	11,1	8		
	beton	9,9	7		
	achtergrond	4,5	-		
28 maart 1995	achtergrond	1,2	7	92	9,39
	staal	6,0	7		
	beton	14,1	6		
	staal	5,2	6		
	beton	9,4	8		
	staal	4,7	8		
	achtergrond	1,6	7,5		
4 april 1995	achtergrond	2,5	9	62	8,39
	staal	9,9	9		
	beton	34,3	11		
	staal	14,7	11,5		
	beton	32,1	11,5		
	staal	15,0	11,5		
	achtergrond	1,0	10		
11 april 1995	achtergrond	1,0	7	mest uitrijden	7,85
	staal	9,9	7		
	beton	21,5	7,5		
	staal	9,0	11		
	beton	16,0	12,5		
	staal	13,6	13		
	staal	11,0	13		
	achtergrond	1,0	14		

Bijlage 2 Gemiddelde concentraties per meetdag



Summary

In the 1994-95 housing period, research was performed at Experimental Farm Bosma Zathe into the possibilities of a steel slatted floor system to reduce the emission of ammonia.

In cubicle houses with concrete slatted floors, approx. 60 % of the ammonia emission originates from the slats and 40 % from the slurry surface in the underfloor storage. Urine may penetrate the concrete and then volatilize as ammonia. Furthermore, a considerable amount of faeces and urine will accumulate on the slats, thus enlarging the emitting surface. The soiling of the slatted surface can be reduced by creating wider gaps by designing narrower slats.

In 1993 an experiment was carried out with a cast-iron slatted floor to investigate the effect of wider gaps on the slip resistance. In this examination a mesh floor type was used, which is used in tie-up cowhouses in Germany. The grid elements had a gap area of 52.5 %. The animals walked more cautiously than they do usually on concrete slats. This was found to be not an ideal form, whereas it is necessary to achieve a larger gap width. A gap area of more than 50 % provides the animals with insufficient support to move well.

The cattle at Experimental Farm Bosma Zathe are housed in a cowhouse with two double rows of cubicles with slatted floors. Only the cubicle passages have dung channels underneath (average depth: 1.45 m). The cubicle passage immediately behind the feeding passage is approx. 3 m wide, of which approx 2.5 m is slatted floor and approx. 0.5 m solid floor. At the end of the cubicle passage along the feed fence, the original concrete slatted floors was replaced by T-steel beams (slats) provided with cellar trays over a length of 10 m.

In order to maximally reduce the emission from the slats and to ensure a good foothold on the slatted floor, a slat width of 75 mm was chosen, with a gap width of 30 mm. To ensure a good slip resistance, the steel slats had been provided with an anti-skid profile. The surface of these slats is slightly sloping so that the urine can run off.

Below the slatted floor elements, trays are sus-

pended to control the access to the dung cellar. This false floor has been subdivided into two channels, each provided with a dung scraper. Discharge slits of approx. 10 cm wide to the cellar are provided for at 1-m intervals. The trays are flat to be able to use the urine for the proper disposal of the dung, so that dung is prevented from clogging. Dung and urine are scraped from the trays in 30-min intervals. Because of the trays, an effective cellar height of about 10 cm is lost.

The Lindvall box was used to determine the emission of ammonia. With this device, the ammonia emission from various sources can be measured under comparable conditions. Prior to the measurements, the surface to be covered was manually soiled with 3 l of urine. A total of 26 measurements was carried out. By verifying the results for each measuring day, an automatic correction was applied for differences between days such as for temperature, slurry level in the cellar and N content of the urine used. The steel slats reduced the ammonia emission by 52 % compared with the concrete slats. This is a significant difference. The low temperature changes between the measuring days hardly affected the measuring results.

The steel slats were provided with a anti-skid profile to improve the animals' foothold. To obtain insight into the slip resistance, observations were made as to the feeding and walking behaviour of the cows. The number of feeding and non-feeding animals was recorded for each test section (steel or concrete) every 30 min. Furthermore, in each test section the amount of feed provided at the start of the day and the feed remnants at the end of the day were measured. The number of times that a cow was feeding on the concrete slats is clearly higher, but this is partially due to the place of the steel slatted floor with a view to the animals' normal (shortest) route from cubicles to feed fence. For this reason and on the basis of the measuring results, it cannot be stated that the cows avoid the steel slatted floor. Until further notice, it seems that slip resistance is no problem. It has to be stated, however, that this has been investigated insufficiently yet to be able to give a reliable definitive answer.



Tables and pictures

Picture, page 2 - In cubicle houses with slatted floors, 60 % of ammonia emissions originates from the slats.

Figure 1 - Cross-section and dimensions of concrete slats for dairy cattle (cm)

Figure 2 - Cubicle house layout at Experimental Farm Bosma Zathe

Figure 3 - Steel mesh floor pattern

Figure 4 - Cross-section and dimensions of the steel slats for dairy cattle (cm)

Picture, page 6 - The trays below the slats are to reduce the emission from the slurry pit.

Figure 5 - Cross-section of cubicle passage with steel slatted floor system

Figure 6 - The Lindvall box arrangement

Picture, page 7 - The Lindvall box is used to measure the ammonia emission from the grids.

Picture, page 8 - The animals' foothold depends on used material, and also faeces, urine and feed remnants.

Figure 7 - Layout of cowhouse section used for the experiments

Table 1 - NH₃ concentration measuring results (ppm)

Picture, page 10 - At the concrete slats changes between measuring results were greater than at the steel slats.

Picture, page 11 - The cows could freely choose the location where to take feed.

Table 2 - Observations of numbers of animals feeding and non-feeding

Table 3 - Feed intake as per 21-04-1995

Picture, page 13 - In future research attention should be given to animals' foothold on steel slats.

Picture, page 14 - Steel slats reduced the ammonia emission by 50%, for practical use however steel slats are too expensive.

Appendix 1 - Measuring results and conditions

Appendix 2 - Average concentrations per measuring day



Eerder verschenen publicaties

Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs	Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs
47.	Berekening van grasland op zandgrond en rivierklei. Resultaten van proefvelden te Heino en Bruchem 1977-1981. 1987.	10,—	76.	Gewichtscurve vleesstieren 1992	12,50
48.	Perspectieven voor de melkveehouderij. 1987.	12,50	77.	Strokorst in mestilo's. 1992.	12,50
49.	Paardenhouderij, resultaten van onderzoek. 1987.	10,—	78.	Nieuwe DVE-normen voor melkvee. 1993.	12,50
50.	Het koemodel. 1987.	10,—	79.	Veevoedkundige waarde gras- en luzernebrok. 1993.	12,50
51.	Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. Resultaten en ervaringen van 4 jaar op de Waiboerhoeve 1982-1986. 1988.	10,—	80.	Milieusparend reinigen melkwinnings-apparaat. 1993.	12,50
52.	Invloed van verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1988.	10,—	81.	Inzaai mengsels gras en witte klaver. 1993.	12,50
53.	Effecten van overbezetting in bedrijfsverband. Verslag van een werkgroep. 1988.	10,—	82.	Melkveebedrijf met uitsluitend snijmais. 1993.	12,50
54.	Rundvleesproductie met eenmaal gekalfde vaarzen. 1988.	10,—	83.	Vleesstierenvergelijking. 1993.	12,50
55.	Boeren met quotum. 1988.	10,—	84.	Invloed rijpheid snijmais op voeropname en groei vleesstieren. 1993.	12,50
56.	Verslag van de Waiboerhoeve 1987. 1988.	15,—	85.	Energie-efficiënt reinigen melkwinningsapparaat. 1993.	12,50
57.	Vaste krachtvoergiften aan melkvee. 1988.	10,—	86.	Model energieverbruik melkveebedrijf. 1993.	12,50
58.	Vetrijk krachtvoer voor hoogproductieve koeien. 1988.	12,50	87.	Energiegehalte rantsoen bij alternatieve vleeskalveren. 1994.	12,50
59.	Gebruikswaarde van vriesbranden voor identificatie van paarden. 1988.	12,50	88.	Voederbieten voor melkvee. 1994	12,50
60.	Stikstofwerking van runderdrijfmest op grasland. 1988.	12,50	89.	Rantsoenen bij vleeskalveren. 1994	12,50
61.	Vergelijking Flevolander en Swifter schaap. 1989.	12,50	90.	Voederadditieven voor vleesstieren. 1994	12,50
62.	Invloed krachtvoerniveau op vleesproductiekenmerken van Piemontese met zwartbont kruislingstieren. 1989.	12,50	91.	Vergelijking Texelse vleeslamvaderdieren. 1994.	12,50
63.	Beter werken met cijfers. 1989.	12,50	92.	Diergezondheid en management. 1994.	12,50
64.	Huisvesting vleesstieren van 0-6 maanden. 1989.	12,50	93.	Scheren van ooien. 1994.	12,50
65.	Snijmais en natte bijprodukten in rantsoenen voor hoogproductieve melkkoeien. 1989.	12,50	94.	Voeren van Texelaar x Flevolander vleeslammeren. 1994.	12,50
66.	Huisvesting vleesstieren vanaf 6 maanden. 1990.	12,50	95.	Gebruik vleesstieren op onder eind melkveestapel. 1994.	12,50
67.	Inkuilen onder ongunstige omstandigheden. 1990.	12,50	96.	Verdunde rundermest uitrijden met sproeiboom. 1994.	12,50
68.	Verlaging structuurwaarde in rantsoen vleesstieren. 1990.	12,50	97.	Opfok roze vleeskalveren. 1995.	12,50
69.	Vleesproductie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991.	12,50	98.	Ammoniakemissie bij melkvee na spoelen roostervloer. 1995.	12,50
70.	Normen voor de Voedvoorziening. 1991.	12,50	99.	Mineralenstroom milieumodule in BBPR. 1995.	12,50
71.	Het Melkveemodel. 1991.	12,50	100.	Beperking ammoniakemissie rundveestal PROPRO-Deelproject gescheiden afvoer van gier en vaste mest met schuif. 1995.	12,50
72.	Modellen Rundveehouderij. 1991.	12,50	101.	Reinigen melkwinningsapparaat onder procesbewaking. 1995.	12,50
73.	Bijprodukten voor vleesstieren. 1992.	12,50	102.	Veenweidekaas. 1995.	12,50
74.	Melkveehouderij en automatisch melken. 1992.	12,50	103.	Maiskolvensilage voor vleesstieren. 1995.	12,50
75.	Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992.	12,50	104.	Model Water en Energieverbruik Melkwinning. 1995.	12,50
			105.	Energiesoort krachtvoer voor roze-vleeskalveren. 1995.	12,50
			106.	Verlaging stikstofbemesting en introductie witte klaver. 1995.	12,50
			107.	Verkaveling in de melkveehouderij. 1995.	12,50
			108.	Aanzuren rundermest kort voor toedienen. 1995.	12,50
			109.	DVE-gehalte in rantsoenen roze-vleeskalveren. 1995.	12,50

Publikaties zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbanknr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van de publikatie.